مقاله‌نامه بیست و سومین کنفرانس بهاره فیزیک (۳۰-۲۹ اردیبهشت ۱۳۹۵)

سنتز و بررسی خواص نوری نانوذرات فریت روی

عبدالمجید بایندری مقدم[۱]، سیدعلی هاشمی‌زاده[۲]، نفیسه گودرزی[۲]

[۱]دانشکده علوم مهندسی، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

[۲]گروه فیزیک، دانشگاه پیام نور استان تهران، تهران، ایران

چکیده

با توجه به کاربردهای صنعتی و پزشکی نانوذرات مغناطیسی، تحقیقات زیادی نیز برای ساخت این نانوذرات صورت می‌گیرد. فریت های اسپینلی از نانوذرات مغناطیسی مهمی هستند که خواص نوری و کاتالیستی آنها همواره مورد توجه بوده است. در این پژوهش نانوذرات فریت روی $ZnFe_2O_4$ تهیه و ویژگی‌های ساختاری و نوری آن بررسی شد. ساختار بلوری با استفاده از پراش پرتو ایکس (XRD) و مورفولوژی نانوذرات با میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مطالعه شد. همچنین برای بررسی جذب امواج مریی-فرابنفش (UV-Vis) و محاسبه گاف انرژی نانوذرات فریت روی، طیف مریی-فرابنفش انعکاسی نانوذرات تهیه شد.

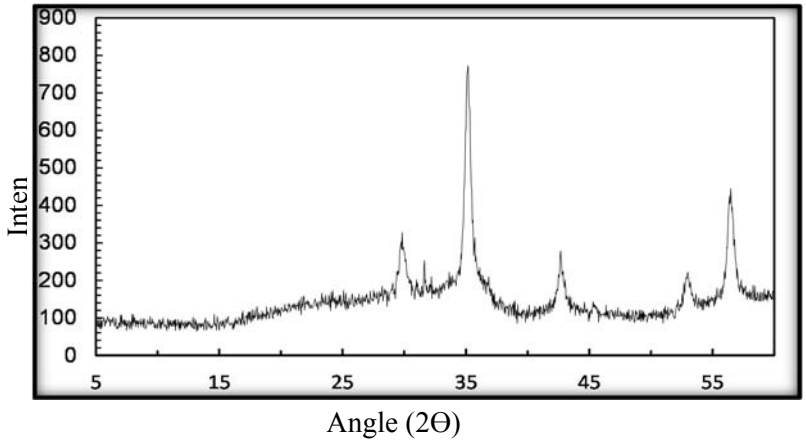
فریت‌ها دسته‌ای از ذرات مغناطیسی با خواص مغناطیسی، الکتریکی و کاتالیستی متنوع هستند. نانوذرات فریت در الکترومغناطیس، زیست پزشکی و حسگرهای گازی کاربرد فراوان دارند. فرمول شیمیایی عمومی فریت ها MFe_2O_4 است که در آن M یک کاتیون فلزی دو ظرفیتی است [۱]. ذرات فریت روی با فرمول $ZnFe_2O_4$ دارای ساختار اسپینلی نرمال است که کاتیون‌های Zn^{2+} در جایگاه چهاروجهی قرار دارند و یک نیمه رسانای نوع n است. این ماده از نظر شیمیایی و گرمایی پایدار است و توانایی جذب نور مرئی را دارد. فریت روی ماده مناسبی برای کاربرد در مواد مغناطیسی، کاتالیست ها، تصویر برداری تشدید مغناطیسی و رنگ دانه ها و مواد جاذب برای سولفور زدایی از گاز و حذف گازهای سمی حاصل از سوختن زغال سنگ است [۲]. به دلیل وابستگی خواص فیزیکی و شیمیایی به اندازه ذرات، نانوذرات فریت روی در مقایسه با نمونه‌های توده‌ای، بسیار مورد توجه هستند [۳]. روش های مختلفی مانند هیدروترمال، سل ژل برای ساخت نانوذرات فریت وجود دارد [٤]. در این پژوهش، نانوذرات فریت روی به روش همرسوبی شیمیایی تهیه و رفتار نوری آنها بررسی شد.

روش همرسوبی شیمیایی یکی از روشهای مقرون به صرفه و سریع برای تهیه نانوذرات است. همچنین از مزایای این روش رسوب گذاری، کیفیت خوب نانوذرات تولید شده است. به‌طور معمول تهیه نانوذرات با اندازه کنترل شده و مورد نظر مشکل است بااین‌حال می‌توان از فاکتورهای سینتیکی برای رشد

[1] bayandori@ut.ac.ir

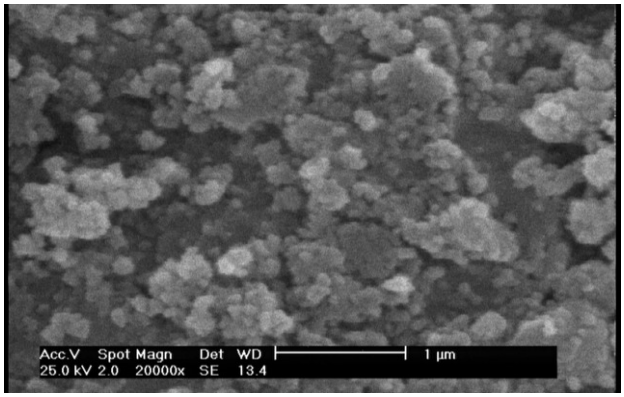
مقاله‌نامه بیست و سومین کنفرانس بهاره فیزیک (۳۰-۲۹ اردیبهشت ۱۳۹۵)

ذرات استفاده کرد [۵]. برای تهیه فریت روی ابتدا محلول‌های ۱۰۰ میلی لیتری از $FeCl_3.6H_2O$ با غلظت ۰/۰۸ مولار، $Zn(NO_3)_2$ با غلظت ۰/۰٤ مولار و محلول سود با غلظت ۰/۵۲ مولار تهیه شد. ضمن هم‌زدن محلول سود با مگنت، دمای محلول را در ۸۵ درجه سانتیگراد تنظیم می‌کنیم. از محلول نمک آهن و روی قطره قطره به محلول سود اضافه می کنیم. در پایان پس از کامل شدن واکنش، با صاف کردن رسوبات را جدا کرده و چند بار با آب مقطر و اتانول شستشو می‌دهیم. محصول را به مدت ۳۰ دقیقه داخل آون با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد می گذاریم تا رسوب ها کامل خشک شوند. مشخصه‌یابی نمونه از جمله اندازه بلورک توسط پراش پرتو ایکس، در مقیاس 2θ، بین ۲۰ تا ٦۰ درجه، با تاباندن به طول موج ۱/٥٤۰٥٦ انگستروم (CuKα) انجام شد (شکل ۱).



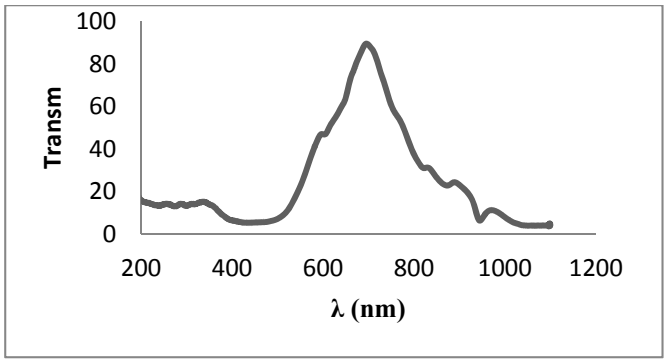
شکل ۱: طیف پراش پرتو ایکس حاصل از نمونه پودری $ZnFe_2O_4$

اندازه بلورک‌های فریت روی از الگوی پراش پرتو ایکس و با استفاده از معادله $D = \frac{0.9\lambda}{\beta cos\theta}$ که معادله شرر نامیده می شود [٦] مقدار ۳۲/٦٦ نانومتر محاسبه شد. در این معادله D اندازه بلورک‌ها، λ طول موج پرتو ایکس، β پهنای پیک اصلی در نصف ارتفاع و θ زاویه پراش براگ است. جهت تعیین مورفولوژی و اندازه ذرات، نانوذرات تهیه شده با میکروسکوپ الکترونی روبشی مورد مطالعه قرار گرفت. همانطور که در شکل ۲ قابل مشاهده است، اندازه نانوذرات کمتر از ۱۰۰ نانومتر است. مطالعات میکروسکوپی نانوذرات کروی را با تراکم و انباشتگی زیاد به‌صورت ذرات ریز بهم چسبیده نشان می‌دهد. این پدیده به سبب وجود نیروهای واندروانسی زیاد و دوقطبی مغناطیسی در نانوذرات فریت روی است.



شکل ۲ : تصویر SEM نانوذرات $ZnFe_2O_4$

شکل ۳ مربوط به طیف .UV-Vis انعکاسی نانوذرات فریت روی است. در این شکل بیشینه جذب نانوذرات فریت روی در طول موج ٤٤١/٢٨٠ نانومتر است. گاف انرژی نانوذرات فریت روی از طریق فرمول گاف انرژی $E_g = \frac{1240}{\lambda(nm)}$ قابل پیش‌بینی است [۷] و مقداری برابر با ۲/۸۱ ev دارد. از آنجا که گاف انرژی در نانوذرات از اثرات کوانتومی اندازه و یا اثرات سطحی ناشی می‌شود، این پارامتر مهم با تغییر اندازه ذرات مرتبط است.



شکل۳ : طیف .UV-Vis انعکاسی نانوذرات فریت روی

نتیجه گیری

در این کار، تهیه نانوذرات فریت روی با توزیع قطر، مورفولوژی و گاف انرژی مناسب با روش ساده و موثر همرسوبی شیمیایی تهیه شد. طیف پراش پرتو ایکس ساختار اسپینلی فریت روی را تأیید می‌کند. با استفاده از طیف .UV-Vis انعکاسی نیز مقدار گاف انرژی حدود ۲/۸ الکترون ولت به‌دست آمد که این مقدار به دلیل کاهش اندازه ذرات و واقع شدن آن در مقیاس نانو است.

مراجع

[1] N. Kilsov. S. S. Srinivasan, Y. Emirov, *Mat. Sci. Eng. B* 153 (2008) 70.

[2] Sh. Somiya, *Advanced Technical Ceramics, Academic Press*, Chapters 11-12, 1989.

[3] J.M. Bai. J.P. Wang, *Appl. Phys. Let.* 87 (2005) 152502.

[4] K.C. Patil,*Curr. Opin. Solid State Mat. Sci.* 6 (2002) 507.

[5] B.L. Cushing, *Recent Advances in the Liquid-Phase Syntheses of Inorganic Nanoparticles*, Uniuersity of New Orleans, New Orleans, Louisiana, 2003.

[6] N. Kilsov, S.S. Srinivasan, Y . Emirov, E.K. Stefanakos, *Mat. Sci. Eng. B.* 153 (2008) 70.

[7] M. Sopan, A. Rathod, B. Shinde, *Int. J. Adv. Res. Technol.* 1 (2012) 2278.